

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. September 2004 (16.09.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/079255 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F16P 3/14**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP2004/000926**

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Februar 2004 (02.02.2004)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:
103 09 399.0 4. März 2003 (04.03.2003) **DE**

(71) Anmelder (nur für US): **SICK AG [DE/DE];** Sebastian-Kneipp-Strasse 1, 79183 Waldkirch (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BRAUNE, Ingolf [DE/DE];** Bahnhofstrasse 12, 79194 Gundelfingen (DE).
BERGBACH, Roland [DE/DE]; In der Waid 5, 79312 Emmendingen (DE).

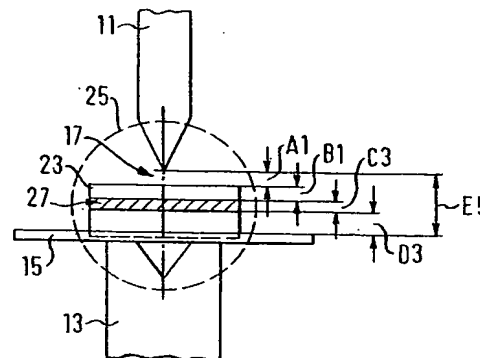
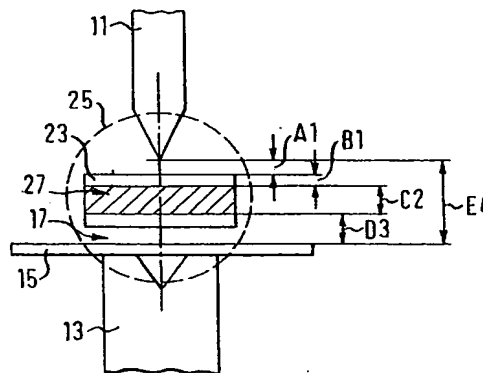
(74) Anwalt: **MANITZ, FINSTERWALD & PARTNER GBR;** Postfach 31 02 20, 80102 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): **AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **SAFETY METHOD AND OPTOELECTRONIC SENSOR**

(54) Bezeichnung: **SICHERUNGSVERFAHREN UND OPTOELEKTRONISCHER SENSOR**



(57) Abstract: The invention relates to a method and an optoelectronic sensor for the safe operation of a machine tool comprising a first tool part (11), which carries out working displacements in the direction of a second tool part (13). The sensor monitors a volumetric protective field (27) that lies between the tool parts (11, 13) of the machine tool. At the start of a working displacement of a first tool part (11) of the machine tool, the extension of the protective field (C1) in the direction of the working displacement is less than the extension of the opening gap (E1) between the tool parts (11, 13). As the working displacement continues, the extension of the protective field (C2) is continuously reduced and the protective field (27) is held in the centre of the opening gap (17). As the working displacement continues further the extension (C3) of the protective field is still maintained and the protective field (27) is held in the centre of the opening gap (17). Finally, the sensor is deactivated.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und einen optoelektronischen Sensor zur Sicherung einer Werkzeugmaschine mit einem ersten Werkzeugteil (11), das Arbeitsbewegungen in Richtung eines zweiten Werkzeugteils (13) ausführt. Der Sensor überwacht ein volumenförmiges Schutzfeld (27) zwischen den Werkzeugteilen (11, 13) der Werkzeugmaschine. Zu Beginn einer Arbeitsbewegung eines ersten Werkzeugteils (11) der Werkzeugmaschine ist die Ausdehnung des Schutzfelds (C1) in Richtung der Arbeitsbewegung geringer als die Ausdehnung des Öffnungspalts (E1) zwischen den Werkzeugteilen (11, 13). Bei andauernder Arbeitsbewegung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

BEST AVAILABLE COPY



PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

wird die Schutzfeldausdehnung (C2) kontinuierlich verringert, und das Schutzfeld (27) wird in der Mitte des Öffnungsspalts (17) gehalten. Danach wird bei weiterhin andauernder Arbeitsbewegung die Schutzfeldausdehnung (C3) beibehalten, und das Schutzfeld (27) wird in der Mitte des Öffnungs Spalts (27) gehalten. Schliesslich wird der Sensor deaktiviert.

IAP20 Rec'd PCT/PTO 12 MAY 2006

Sicherungsverfahren und optoelektronischer Sensor

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Sicherung einer Werkzeugmaschine mit einem ersten Werkzeugteil, das Arbeitsbewegungen in Richtung eines zweiten Werkzeugteils ausführt, so dass im Verlauf dieser Arbeitsbewegungen ein Öffnungsspalt zwischen dem ersten Werkzeugteil einerseits und dem zweiten Werkzeugteil oder einem zu bearbeitenden Werkstück andererseits allmählich geschlossen wird. Dabei überwacht ein
- 10 optoelektronischer Sensor ein volumenförmiges Schutzfeld zwischen den Werkzeugteilen, indem entlang des Öffnungsspalts zwischen den Werkzeugteilen wenigstens ein Lichtstrahl mittels einer Sendeeinrichtung ausgesandt und mittels einer Empfangseinrichtung detektiert wird. Wenn
- 15 der Sensor eine Unterbrechung des Lichtstrahls detektiert, wird ein Abschaltvorgang zum Anhalten des ersten Werkzeugteils ausgelöst, um eine mögliche Verletzung einer Bedienperson der Werkzeugmaschine zu verhindern.
- 20 Die Erfindung betrifft ferner einen entsprechend konfigurierten optoelektronischen Sensor.

Bei der genannten Werkzeugmaschine handelt es sich typischerweise um eine Gesenkpresse zum Biegen, Abkanten, Schneiden oder Stanzen von

25 Werkstücken, wie Blechteilen. Das genannte erste Werkzeugteil ist in diesem Fall durch ein Oberwerkzeug gebildet, das eine längliche Biegelinie oder Schnittkante besitzt. Dieses Oberwerkzeug wird während seiner Arbeitsbewegung vertikal nach unten gegen ein Unterwerkzeug bewegt, das als zweites Werkzeugteil dient und an dem das Werkstück anliegt oder

30 aufliegt.

Für jeden Bearbeitungsvorgang muss zunächst das zuvor bearbeitete Werkstück entnommen und das neu zu bearbeitende Werkstück in den Öffnungsspalt zwischen den Werkzeugteilen eingeführt werden. Dies erfolgt manuell durch eine Bedienperson. Um während des Schließens des Öffnungsspalts eine Verletzung insbesondere der Hände der Bedienperson zu vermeiden, überwacht der optoelektronische Sensor ein Schutzfeld, das sich im Falle einer Gesenkpresse typischerweise unterhalb des bewegten Oberwerkzeugs erstreckt. Dieses Schutzfeld ist volumenförmig, d.h. zu-

5
10

mindest sein Umriss erstreckt sich entlang eines zweidimensionalen Querschnitts, so dass der Sensor auf Eingriffe aus verschiedenen Richtungen schnell und zuverlässig reagieren kann.

Eine derartige Sicherung von Werkzeugmaschinen hat sich bewährt, um die erläuterte Verletzungsgefahr zu verringern. Andererseits besteht natürlich die Bemühung, dass die Arbeitsbewegungen des ersten Werkzeugteils möglichst schnell ausgeführt werden können, so dass die Werkzeugmaschine mit einem hohen Arbeitstakt arbeiten kann. Ein erhöhter Arbeitstakt steht jedoch in einem gewissen Konflikt zu der Überwachung eines großen Schutzfeldes, da bei einem großen Schutzfeld an sich ungefährliche Justierungen des Werkstücks durch die Bedienperson bereits zu einem unerwünschten Abschaltvorgang führen können.

15
20

Wenn aufgrund dieser Überlegungen die Ausdehnung des vom Sensor überwachten Schutzfelds bezüglich der Richtung der Arbeitsbewegung des ersten Werkzeugteils wiederum verringert wird, so besteht das weitere Problem, dass mögliche Schwingungen der Werkzeugmaschine dazu führen können, dass der ausgesandte Lichtstrahl die Empfangseinrichtung nicht mehr planmäßig beaufschlagt oder von einem Werkzeugteil

25

unterbrochen wird, und dass es deshalb ebenfalls zu unerwünschten Abschaltvorgängen kommt.

- Die WO 00/67932 beschreibt beispielsweise ein Pressensicherungssystem mit einem optoelektronischen Sensor, dessen Sendeeinrichtung einen Laserstrahl aussendet, der sich entlang einer horizontalen Ebene erstreckt. Empfangsseitig ist eine zylindrische Linse vorgesehen. Diese soll eine Justierung des ebenen Laserstrahls erleichtern und den Sensor unempfindlich gegenüber vertikalen Vibrationen machen. Dieses Sicherungssystem hat jedoch den Nachteil, dass die Gefahr von Fehlabschaltungen aufgrund von vertikalen Vibrationen nur eingeschränkt beseitigt wird und in vertikaler Richtung auch nur ein vergleichsweise geringer Schutzbereich zur Verfügung steht.
- Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein Sicherungsverfahren und einen entsprechend konfigurierten Sensor zu schaffen, die für eine Werkzeugmaschine schnelle Arbeitsbewegungen erlauben, wobei der Öffnungsspalt zwischen den Werkzeugteilen hinreichend gesichert wird und Vibrationen in Richtung der Arbeitsbewegung, insbesondere in Vertikalrichtung, nicht leicht zu Fehlabschaltungen führen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren bzw. einen Sensor mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst, und insbesondere dadurch, dass

- zu Beginn einer Arbeitsbewegung des ersten Werkzeugteils die Schutzfeldausdehnung in Richtung der Arbeitsbewegung geringer ist als die Ausdehnung des Öffnungsspalts,
- das Schutzfeld zunächst der Arbeitsbewegung des ersten Werkzeugteils folgt,

- bei andauernder Arbeitsbewegung die Schutzfeldausdehnung kontinuierlich verringert wird und das Schutzfeld in der Mitte des Öffnungsspalts gehalten wird,
- danach bei weiterhin andauernder Arbeitsbewegung die Schutzfeldausdehnung beibehalten wird und das Schutzfeld in der Mitte des Öffnungsspalts gehalten wird, und
- der Sensor schließlich deaktiviert wird.

Somit ist der folgende Ablauf vorgesehen:

10

Zu Beginn einer Arbeitsbewegung wird innerhalb des Öffnungsspalts zwischen den Werkzeugteilen ein Schutzfeld überwacht, dessen Ausdehnung parallel zur Richtung der Arbeitsbewegung geringer ist als die entsprechende Ausdehnung (lichte Höhe) des Öffnungsspalts. Dadurch ist eine ausreichende Unempfindlichkeit gegenüber möglichen Vibrationen des Sensors parallel zur Arbeitsbewegung gewährleistet. Das Schutzfeld kann nämlich aufgrund seiner geringeren Ausdehnung von beiden den Werkzeugteilen soweit beabstandet angeordnet sein, dass im Falle der erläuterten Vibrationen keines der Werkzeugteile den Lichtstrahl unterbricht und somit einen unerwünschten Abschaltvorgang auslöst.

20

Während der nun andauernden Arbeitsbewegung des ersten Werkzeugs folgt das Schutzfeld zunächst dieser Arbeitsbewegung und verringert kontinuierlich seine Ausdehnung parallel zu der Richtung der Arbeitsbewegung, wobei das überwachte Schutzfeld wiederum in der Mitte des Öffnungsspalts zwischen den Werkzeugteilen gehalten wird. Somit ist auch während dieses Schritts gewährleistet, dass bei starken Vibrationen parallel zu der Arbeitsbewegung keines der Werkzeugteile den Lichtstrahl unbeabsichtigt unterbricht. Hierfür ist es von Vorteil, wenn das Schutzfeld derart in der Mitte des Öffnungsspalts gehalten wird, dass es zu dem

25

30

ersten Werkzeugteil einerseits und zu dem zweiten Werkzeugteil oder dem zu bearbeitenden Werkstück andererseits stets einen vorbestimmten Mindestabstand einnimmt.

- 5 Schließlich wird, beispielsweise wenn der Öffnungsspalt zwischen den Werkzeugteilen eine vorbestimmte minimale Ausdehnung erreicht hat, der Sensor vollständig deaktiviert (so genanntes "Muting"). Dies bedeutet, dass ab diesem Zeitpunkt der Sensor kein Schutzfeld mehr überwacht und demzufolge auch dann kein Abschaltvorgang mehr ausgelöst wird, wenn
10 die Empfangseinrichtung des Sensors kein Empfangssignal mehr liefert.

- Es ist wichtig, dass nach dem erläuterten kontinuierlichen Verringern der Schutzfeldausdehnung, jedoch noch vor der Deaktivierung des Sensors, die Ausdehnung des Schutzfelds parallel zu der Richtung der Arbeitsbe-
15 wegung zeitweise beibehalten wird und das Schutzfeld in der Mitte des Öffnungsspalts zwischen den Werkzeugteilen gehalten wird, während die Arbeitsbewegung des ersten Werkzeugteils weiterhin andauert. Dadurch kann der Sensor nämlich in einem letzten Überwachungsschritt vor der Deaktivierung einen Teil des Öffnungsspalts immer noch mit einem mini-
20 malen Schutzfeld überwachen. Gleichzeitig ist weiterhin die erwünschte Unempfindlichkeit gegenüber Vibrationen parallel zu der Arbeitsbewegung gewährleistet, da dieses minimale Schutzfeld immer noch in der Mitte des Öffnungsspalts gehalten wird.

- 25 Diese minimale Überwachung in einer letzten Phase vor der endgültigen Deaktivierung des Sensors bewirkt, dass die Arbeitsbewegung des ersten Werkzeugteils auch zu diesem Zeitpunkt noch mit der anfänglichen, schnellen Schließbewegung der Werkzeugmaschine erfolgen kann. Ein Umschalten auf eine langsamere Schließgeschwindigkeit ist also nicht
30 zwingend erforderlich. Somit ist eine durchgängig schnelle Schließbewe-

gung möglich, und die Werkzeugmaschine kann mit einem hohen Arbeits-
takt betrieben werden, ohne dass die Sicherheit der Bedienperson hier-
durch eingeschränkt ist.

- 5 Demgegenüber ist die Anordnung, wie erläutert, bis zum endgültigen
Deaktivieren des Sensors unempfindlich gegenüber Schwingungen, insbe-
sondere gegenüber vertikalen Schwingungen im Falle einer Gesenkpresse.
Zusammenfassend sieht die Erfindung somit eine Dynamisierung des
Schutzfeldes in Abhängigkeit von dem Öffnungsspalt der Werkzeugma-
10 schine vor, wobei zur Erzielung einer hohen Unempfindlichkeit gegenüber
Vibrationen das Schutzfeld in der Mitte des verbleibenden Öffnungsspalts
– insbesondere in symmetrischer Anordnung – justiert wird.

- Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung kann für den Betrieb der Werk-
15 zeugmaschine wahlweise ein Normalmodus oder ein Kastenmodus einge-
stellt werden, wobei in dem Normalmodus das Schutzfeld sich bezüglich
der Bewegungsebene des ersten Werkzeugteils entlang eines Vorderraums
und eines Rückraums erstreckt. In dem Kastenmodus dagegen löst eine
Unterbrechung des Lichtstrahls nur dann einen Abschaltvorgang aus,
20 falls diese Unterbrechung sowohl innerhalb des Vorderraums als auch des
Rückraums erfolgt. Dadurch ist auch das Bearbeiten von kastenförmigen
Bergstücken, die zwangsläufig teilweise in das Schutzfeld hineinragen, mit
hinreichender Sicherheit und hoher Effizienz möglich.

- 25 Gemäß einer alternativen oder zusätzlichen Weiterbildung der Erfindung
kann für den Betrieb der Werkzeugmaschine wahlweise ein Normalmodus
oder ein Anschlagmodus eingestellt werden, wobei in dem Normalmodus
das Schutzfeld sich bezüglich der Bewegungsebene des ersten Werkzeug-
teils entlang eines Vorderraums und eines Rückraums erstreckt. In dem
30 Anschlagmodus hingegen wird das Schutzfeld innerhalb eines Teils des

Vorderraums und/oder Rückraums gezielt ausgeblendet, so dass ein Werkstückanschlag in den ausgeblendeten Teil eindringen kann, ohne dass eine hierdurch verursachte Unterbrechung des Lichtstrahls einen Abschaltvorgang auslöst. Dadurch können beispielsweise für das Biegen

- 5 kurzer Schenkel Anschlagenelemente eingesetzt werden, die während der erläuterten Bewegung des Schutzfelds in dieses hineinragen, ohne dass es zu unerwünschten und unnötigen Betriebsunterbrechungen kommt.

- Sowohl in dem Kastenmodus als auch in dem Anschlagmodus kann die
10 Arbeitsbewegung des ersten Werkzeugteils also bis zum eigentlichen Bearbeitungsvorgang mit einer durchgehend hohen Schließgeschwindigkeit erfolgen.

- Weitere Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen
15 genannt. Die Erfindung wird nachfolgend beispielhaft unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische Frontansicht einer Gesenkbiegepresse;

20

Fig. 2a-2f zeigen jeweils eine schematische Seitenansicht von Teilen dieser Gesenkbiegepresse in unterschiedlichen Phasen eines normalen Bearbeitungsvorgangs;

- 25 Fig. 3a-3c zeigen jeweils eine schematische Seitenansicht von Teilen dieser Gesenkbiegepresse in verschiedenen Phasen einer Kastenbearbeitung; und

Fig. 4a-4c zeigen jeweils eine schematische Seitenansicht von Teilen dieser Gesenkbiegepresse in verschiedenen Phasen eines Bearbeitungs Vorgangs in einem Anschlagmodus.

- 5 Die in Fig. 1 gezeigte Gesenkbiegepresse besitzt ein Oberwerkzeug 11, das zu einer Arbeitsbewegung vertikal nach unten gegen ein Unterwerkzeug 13 angetrieben werden kann, um ein auf dem Unterwerkzeug 13 aufliegendes Werkstück 15 zu biegen. Während dieser Arbeitsbewegung wird ein Öffnungsspalt 17 zwischen dem Oberwerkzeug 11 und dem Werkstück
10 15 allmählich geschlossen.

An den beiden Seiten des Oberwerkzeugs 11 ist jeweils ein Haltearm 19 vorgesehen. Die Haltearme 19 tragen eine Sendeeinrichtung 21 und eine ortsauflösende Empfangseinrichtung 23, die Teile eines optoelektronischen Sensors sind. Die Sendeeinrichtung 21 besitzt eine Laserdiode mit einer Sendeoptik (in den Figuren nicht gezeigt), die das Sendelicht der Laserdiode zu einem Lichtstrahl 25 aufweitet. Die Empfangseinrichtung 23 besitzt einen rechteckigen CMOS-Matrix-Empfänger, der von dem Lichtstrahl 25 beaufschlagt wird.

20 Der Lichtstrahl 25 durchquert den Öffnungsspalt 17 unterhalb des Oberwerkzeugs 11. Der Umriss des aktivierten Teils der Empfangseinrichtung 23 definiert innerhalb des Lichtstrahls 25 somit ein volumenförmiges Schutzfeld 27 zwischen dem Oberwerkzeug 11 und dem Unterwerkzeug 13, wie nachfolgend noch erläutert wird. Sobald eine Auswerte- und Steuereinrichtung des Sensors (in den Figuren nicht gezeigt) eine Unterbrechung des Lichtstrahls 25 innerhalb des Schutzfelds 27 detektiert, löst sie einen Abschaltvorgang zum Anhalten des Oberwerkzeugs 11 aus. Dadurch wird eine Bedienperson, die beispielsweise das Werkstück 15 in den

Öffnungsspalt 17 einführt, vor Verletzungen durch das Oberwerkzeug 11 geschützt.

Nachfolgend wird anhand der Fig. 2a bis 2f die Funktionsweise der Gesenkbiegepresse gemäß Fig. 1 in einem Normalmodus erläutert.

Fig. 2a bis 2f zeigen jeweils das Oberwerkzeug 11, das Unterwerkzeug 13, das darauf aufliegende Werkstück 15, den im Querschnitt kreisrunden Lichtstrahl 25 sowie die hiervon vollständig beaufschlagte Empfangseinrichtung 23 in einer schematischen Seitenansicht. Von den einzelnen CMOS-Empfangelementen der Empfangseinrichtung 23 ist in Fig. 2a bis 2f jeweils ein unterschiedlicher Teil aktiviert. Nur diese aktivierten Empfangselemente werden also auf eine Unterbrechung des Lichtstrahls 25 überwacht, um gegebenenfalls einen Abschaltvorgang auszulösen. Die Anordnung dieser aktivierten Empfangselemente bestimmt dabei den Querschnitt des Schutzfelds 27. Somit befindet sich das tatsächlich überwachte Schutzfeld 27 - in den Figuren schraffiert eingezeichnet - innerhalb eines überwachbaren Beobachtungsfelds, dessen Querschnitt dem Umriss der Empfangseinrichtung 23 entspricht.

Ferner sind in den Figuren - jeweils mit unterschiedlichen Indizes für unterschiedliche Wertgrößen - die folgenden Abstände und Ausdehnungen bezeichnet:

A bezeichnet den lichten Abstand des Oberwerkzeugs 11 von der Empfangseinrichtung 23 in der Seitenansicht;

B bezeichnet die Vertikalausdehnung des oberen deaktivierten Bereichs der Empfangseinrichtung 23;

C bezeichnet die Vertikalausdehnung des Schutzfelds 27;

D bezeichnet den Vertikalabstand zwischen dem Schutzfeld 27 und dem zu bearbeitenden Werkstück 15; und

5

E bezeichnet die Vertikalausdehnung des Öffnungsspalts 17.

Fig. 2a zeigt den Beginn einer Arbeitsbewegung des Oberwerkzeugs 11.

Die Vertikalausdehnung C1 des Schutzfelds 27 ist deutlich geringer als
10 die Vertikalausdehnung E1 des Öffnungsspalts 17. Insbesondere nimmt
das Schutzfeld 27 zu dem Oberwerkzeug 11 einen Vertikalabstand $A1+B1$
ein, und zu dem Werkstück 15 einen Vertikalabstand D1. Beispielsweise
können folgende Werte vorgesehen sein:

15 $A1 = 2 \text{ mm}$

$B1 = 5 \text{ mm}$

$C1 = 9 \text{ mm}$

Aufgrund von Beschleunigungsvorgängen oder Abbremsvorgängen kann

20 es zu vertikalen Schwingungen der an den Haltearmen 19 befestigten
Sensorteile 21, 23 kommen. Dadurch können der Lichtstrahl 25 oder die
Empfangseinrichtung 23 bezüglich der Seitenansicht gemäß Fig. 2a Verti-
kalbewegungen ausführen. Aus der Seitenansicht gemäß Fig. 2a ist jedoch
ersichtlich, dass derartige Schwingungen nicht zu unerwünschten Fehl-
25 abschaltungen führen können. Zum einen ist der Lichtstrahl 25 nämlich
ausreichend groß, um den Lichtempfänger 23 stets vollständig zu beauf-
schlagen. Zum anderen ist das Schutzfeld 27, wie erläutert, bezüglich der
Unterkante des Oberwerkzeugs 11 ausreichend beabstandet, so dass das
Oberwerkzeug 11 auch bei einer Schwingung der Anordnung nicht in das
30 Schutzfeld 27 hineinragt.

In diesem Zusammenhang ist noch anzumerken, dass die Empfangseinrichtung 23 auch vollständig aktiviert sein kann, da auch der gezeigte Vertikalabstand A1 der Empfangseinrichtung 23 von dem Oberwerkzeug 11 ausreichen würde, um ein unerwünschtes Eindringen des Oberwerkzeugs 11 in das Schutzfeld 27 im Falle von Vertikalschwingungen zu verhindern.

Fig. 2b zeigt, wie das Schutzfeld 27 der Arbeitsbewegung des Oberwerkzeugs 11 zunächst folgt. Der lichte Abstand A1 zwischen dem Oberwerkzeug 11 und der Empfangseinrichtung 23 wird – außer im Falle der erläuterten Vertikalschwingungen – grundsätzlich beibehalten, da die Vertikal-einrichtung 23 über den Haltearm 19 mit dem Oberwerkzeug 11 fest verbunden ist (Fig. 1).

Die Vertikalausdehnung B1 des oberen deaktivierten Bereichs der Empfangseinrichtung 23 sowie die Vertikalausdehnung C1 des Schutzfelds 27 werden zunächst beibehalten. Dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich.

Die Vertikalausdehnung E2 des Öffnungsspalts 17 und dementsprechend der Vertikalabstand D2 zwischen dem Schutzfeld 27 und dem Werkstück 15 verringern sich jedoch allmählich.

Auf diese Weise wird der in Fig. 2c gezeigte Zustand erreicht. Der Vertikalabstand D3 zwischen dem Schutzfeld 27 und dem Werkstück 15 ist nun auf einen vorbestimmten Wert verringert. Ausgehend von diesem Zustand wird nun bei andauernder Arbeitsbewegung des Oberwerkzeugs 11 die Vertikalausdehnung C1 des Schutzfelds 27 kontinuierlich verringert, und das Schutzfeld 27 wird in der Mitte des Öffnungsspalts 17 gehalten.

Es ist zu beachten, dass in dem Zustand gemäß Fig. 2c das Schutzfeld 27 genau symmetrisch in der Mitte zwischen dem Oberwerkzeug 11 und dem Werkstück 15 angeordnet ist. Der Vertikalabstand D3 zwischen dem Schutzfeld 27 und dem Werkstück 15 kann beispielsweise 7 mm betragen, während der lichte Abstand des A1+B1 des Schutzfelds 27 zu dem Oberwerkzeug 11 weiterhin ebenfalls 7 mm beträgt. Diese symmetrische Anordnung ist jedoch nicht zwingend erforderlich. Ausreichend für die erläuterte Vermeidung von Fehlabschaltungen aufgrund von Vertikalschwingungen ist eine mittige Anordnung des Schutzfelds 27, mit Mindestabständen nach oben und unten.

Ergänzend ist auch noch anzumerken, dass als Auslösekriterium für die nachfolgende kontinuierliche Verringerung der Vertikalausdehnung C1 des Schutzfelds 27 beispielsweise auch die Bedingung vorgesehen sein kann, dass der Öffnungsspalt 17 eine vorbestimmte Vertikalausdehnung E3 erreicht hat.

Fig. 2d zeigt das genannte nachfolgende kontinuierliche Verringern der Vertikalausdehnung C2 des Schutzfelds 27 bei andauernder Arbeitsbewegung des Oberwerkzeugs 11. Diese Verringerung der Schutzfeldausdehnung C2 erfolgt dadurch, dass nun der Vertikalabstand D3 zwischen dem Schutzfeld 27 und dem Werkstück 15 beibehalten wird. Hierfür werden Empfangselemente aus dem unteren Bereich der Empfangseinrichtung 23 sukzessive deaktiviert, d.h. für diese Empfangselemente erfolgt keine Überwachung mehr auf Unterbrechung des Lichtstrahls 25.

Auf diese Weise wird gleichzeitig erreicht, dass das Schutzfeld 27 weiterhin in der Mitte des Öffnungsspalts 17 gehalten wird. Dadurch bleibt gewährleistet, dass zwischen dem Schutzfeld 27 einerseits und dem Oberwerkzeug 11 und dem Werkstück 15 andererseits jeweils ein Min-

destabstand $A1+B1$ bzw. $D3$ eingehalten wird, so dass Vertikalschwingungen der Anordnung nicht dazu führen, dass das Oberwerkzeug 11 oder das Werkstück 15 in das Schutzfeld 27 hineinragt und dadurch eine Fehlabschaltung auslöst.

5

Die Auswahl der aktivierten und deaktivierten Empfangselemente der Empfangseinrichtung 23 kann auch hier insbesondere so getroffen werden, dass das Schutzfeld 27 bezüglich des Oberwerkzeugs 11 und des Werkstücks 15 symmetrisch angeordnet ist. Dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich.

10

Aus Fig. 2d ist außerdem ersichtlich, dass der Vertikalabstand $A1+B1$ zwischen dem Oberwerkzeug 11 und dem Schutzfeld 27 genau dem Vertikalabstand wie zu Beginn der Arbeitsbewegung gemäß Fig. 2a entspricht. Auch dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich.

15

Fig. 2e zeigt den somit erreichten Zustand, wobei die Vertikalausdehnung des Schutzfelds 27 nun einen vorbestimmten Wert $C3$ angenommen hat (beispielsweise 2 mm). Nach Erreichen dieses Werts wird die Vertikalausdehnung $C3$ des Schutzfelds 27 während der weiterhin andauernden Arbeitsbewegung des Oberwerkzeugs 11 beibehalten, und das Schutzfeld 27 wird weiterhin in der Mitte des Öffnungsspalts 17 gehalten.

20

Zu Fig. 2e ist noch anzumerken, dass als Auslösekriterium für das erläuterte nachfolgende Beibehalten der Schutzfeldausdehnung beispielsweise auch vorgesehen sein kann, dass ein vorbestimmter Vertikalabstand $D3$ zwischen dem Schutzfeld 27 und dem Werkstück 15 erreicht worden ist, oder dass eine vorbestimmte Vertikalausdehnung $E5$ des Öffnungsspalts erreicht worden ist.

25

30

Ferner ist zu Fig. 2e noch anzumerken, dass in dem darin gezeigten Zustand der Vertikalabstand D3 zwischen dem Schutzfeld 27 und dem Werkstück 15 genau dem Vertikalabstand A1+B1 zwischen dem Schutzfeld 27 und dem Oberwerkzeug 11 entspricht (beispielsweise 7 mm). Das Schutzfeld 27 ist somit genau symmetrisch zwischen dem Werkstück 15 und dem Oberwerkzeug 11 angeordnet. Dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich. Eine mittige Anordnung mit Mindestabständen zu dem Werkstück 15 und dem Oberwerkzeug 11 genügt, um eine ausreichende Sicherungsfunktion zu erfüllen und die erläuterte Unempfindlichkeit gegenüber Vertikalschwingungen zu gewährleisten.

Fig. 2f zeigt den Zustand, nachdem bei weiterhin andauernder Arbeitsbewegung des Oberwerkzeugs 11 die Vertikalausdehnung C3 des Schutzfelds 27 – wie erläutert – beibehalten worden ist und das Schutzfeld 27 in der Mitte des Öffnungsspalts 17 gehalten worden ist. Außerdem ist bei dem Zustand gemäß Fig. 2f ein weiteres Auslösekriterium erreicht: Der Vertikalabstand D4 zwischen dem Schutzfeld 27 und dem Werkstück 15 nimmt nun einen vorbestimmten Wert an. Aufgrund des Erreichens dieses Auslösekriteriums wird nun der Sensor vollständig deaktiviert. Der Lichtstrahl 25 kann also beliebig unterbrochen werden, ohne dass hierdurch ein Abschaltvorgang ausgelöst wird.

Alternativ kann als Auslösekriterium beispielsweise auch vorgesehen sein, dass eine vorbestimmte Vertikalausdehnung E6 des Öffnungsspalts 17 erreicht worden ist.

Ferner ist aus Fig. 2f ersichtlich, dass während des Übergangs vom Zustand gemäß Fig. 2e zu dem Zustand gemäß Fig. 2f das Schutzfeld 27 entlang der Empfangseinrichtung 23 vertikal nach oben bewegt worden ist, so dass das Schutzfeld 27 hierdurch in der Mitte des Öffnungsspalts

17 gehalten worden ist. In dem in Fig. 2f gezeigten Zustand ist das Schutzfeld 27 vorzugsweise genau symmetrisch zwischen dem Oberwerkzeug 11 und dem Werkstück 15 angeordnet, beispielsweise mit einem jeweiligen Abstand A1 bzw. D4 von 2 mm, wobei die Vertikalausdehnung C3 des Schutzfelds 27 ebenfalls 2 mm betragen kann.

Das erläuterte Sicherungsverfahren und die entsprechende Konfigurierung des Sensors haben den Vorteil, dass der Öffnungsspalt 17 zwischen dem Oberwerkzeug 11 und dem zu bearbeitenden Werkstück 15 in jeder der in Fig. 2a bis 2f gezeigten Schritte der Arbeitsbewegung durch ein mittiges Schutzfeld 27 solange geschützt ist, bis das Schutzfeld 27 vollständig ausgeblendet werden kann, da aufgrund der geringen verbleibenden Spaltausdehnung E6 eine Verletzungsgefahr nun auch ohne Überwachung ausgeschlossen ist. In jeder Phase – auch unmittelbar vor dem endgültigen Deaktivieren des Sensors – wird also ein Schutzfeld 27 mit einer minimalen Vertikalausdehnung C überwacht, so dass im Falle eines unbefugten Eingriffs durch die Bedienperson noch ein Abschaltvorgang ausgelöst werden kann.

Außerdem ist in jeder gezeigten Phase eine mittige Anordnung des Schutzfelds 27 innerhalb des Öffnungsspalts 17 vorgesehen, mit einem jeweiligen Mindestabstand A1 und D4 zu dem Oberwerkzeug 11 bzw. dem Werkstück 15. Dadurch ist gewährleistet, dass Vertikalschwingungen des Oberwerkzeugs 11 und somit der Empfangseinrichtung 23 nicht zu einem unerwünschten Eingriff des Oberwerkzeugs 11 in das Schutzfeld 27 und somit zu einem Fehlabschalten der Werkzeugmaschine führen.

Ein weiterer Vorteil dieser Sicherung besteht darin, dass die Arbeitsbewegung des Oberwerkzeugs 11 bis zum Beginn der eigentlichen Bearbeitungsbewegung mit einer vergleichsweise hohen Schließgeschwindigkeit

erfolgen kann, die der Schließgeschwindigkeit zu Beginn der Arbeitsbewegung (Fig. 2a) entspricht. Aufgrund der durchgängigen Sicherung bis zum endgültigen Deaktivieren des Sensors ist also ein Umschalten der Arbeitsbewegung von einer ersten Schließgeschwindigkeit zu einer nachfolgenden
5 geringeren zweiten Schließgeschwindigkeit nicht zwingend erforderlich.

Allerdings ist es selbstverständlich möglich, eine derartige Unterteilung vorzusehen. In diesem Fall ist es bevorzugt, wenn der Zeitpunkt des Umschaltens zwischen der schnelleren und der langsameren Schließbewegung in Abhängigkeit von dem Bremsweg des Oberwerkzeugs 11 gewählt
10 wird, und nicht in Abhängigkeit von dem so genannten Nachlaufweg. Der Bremsweg eines bewegten ersten Werkzeugteils ist nämlich erfahrungsgemäß länger als der reine Nachlaufweg. Es ist daher ferner bevorzugt, wenn dieser Bremsweg vor den eigentlichen Arbeitsbewegungen des ersten
15 Werkzeugteils bzw. des Oberwerkzeugs 11 empirisch ermittelt wird.

Fig. 3a bis 3c zeigen eine Weiterbildung des Sicherungsverfahrens gemäß Fig. 2a bis 2f, wobei gleiche Bezugszeichen dieselben Teile bezeichnen. Bei dieser Weiterbildung ist zusätzlich zu dem Normalmodus, wie er anhand der Fig. 2a bis 2f erläutert wurde, ein Kastenmodus für den Betrieb der
20 Werkzeugmaschine vorgesehen. In diesem Kastenmodus löst eine Unterbrechung des Lichtstrahls 25 einen Abschaltvorgang nur dann aus, falls diese Unterbrechung bezüglich der Bewegungsebene 33 des Oberwerkzeugs 11 sowohl innerhalb eines Vorderraums 29, als auch eines Rückraums 31 erfolgt. Falls dagegen die Unterbrechung entweder nur in dem
25 Vorderraum 29 oder nur in dem Rückraum 31 erfolgt, so wird dies von der Auswerte- und Steuereinrichtung des Sensors als befugter Eingriff in das Schutzfeld 27 angesehen, und die horizontale Ausdehnung des Schutzfelds 27 wird daraufhin auf den jeweils anderen Raumbereich 31 bzw. 29
30 verringert.

Fig. 3a zeigt die Lage des Oberwerkzeugs 11, des Lichtstrahls 25, der Empfangseinrichtung 23 und des Schutzfelds 27 entsprechend der Lage gemäß Fig. 2c. Als Werkstück 15 ist hier jedoch ein zu bearbeitender Kasten auf dem Unterwerkzeug 13 abgelegt. Der Kasten 15 greift innerhalb des Rückraums 31 in das Schutzfeld 27 ein. Dies soll jedoch ausnahmsweise nicht zum Auslösen eines Abschaltvorgangs führen. Stattdessen erkennt die Auswerte- und Steuereinrichtung des Sensors, dass es sich um einen erlaubten Eingriff durch ein Werkstück 15 handelt. Dementsprechend verringert sie die Ausdehnung des Schutzfelds 27 automatisch derart, dass das Schutzfeld 27 sich nur noch innerhalb des Vorder-
raums 29 erstreckt.

Fig. 3b zeigt in der Seitenansicht die vom Schutzfeld 27 nach diesem Umschalten eingenommene Erstreckung.

Die Steuerung der Vertikalausdehnung und der vertikalen Lage des Schutzfelds 27 erfolgt im Übrigen in gleicher Weise, wie anhand der Fig. 2a bis 2f erläutert. Fig. 3c entspricht beispielsweise dem Zustand gemäß Fig. 2e.

Der beschriebene Kastenmodus hat also den Vorteil, dass aufgrund des automatischen Erkennens eines zulässigen Eingriffs in das Schutzfeld 27 und der nachfolgenden entsprechenden Verringerung des Schutzfelds 27 eine durchgehend schnelle Bearbeitung auch von kastenförmigen Werkstücken 15 möglich ist. Die Geschwindigkeit der Arbeitsbewegung des Oberwerkzeugs 11 muss also nicht verringert werden. Dennoch bleibt die Sicherheit der Bedienperson in hinreichendem Maße gewährleistet.

Zu den Fig. 3a bis 3c ist noch anzumerken, dass die Auswerte- und Steuereinrichtung auch automatisch zu erkennen vermag, falls das kastenförmige Werkstück 15 sich im Vorderraum 29 befindet, so dass in diesem Fall der Rückraum 31 ausgeblendet werden kann.

5

Alternativ oder zusätzlich zu dem erläuterten Kastenmodus kann auch ein Anschlagmodus eingestellt werden, um einen zulässigen Eingriff eines Anschlagelements in das Schutzfeld 27 zu ermöglichen.

- 10 Fig. 4a bis 4c zeigen verschiedene Phasen der Sicherung der Werkzeugmaschine gemäß Fig. 1 in einem solchen Anschlagmodus, wobei gleiche Bezugszeichen wie in den Fig. 2a bis 2f und Fig. 3a bis 3c dieselben Teile bezeichnen.
- 15 Fig. 4a entspricht dem Zustand gemäß Fig. 2b. Hier ist ein Anschlagelement 35 zu erkennen, das als seitliche Stütze für das Werkstück 15 dient. Es ist ersichtlich, dass bei gewöhnlichem Verlauf des Sicherungsverfahrens das Anschlagelement 35 alsbald in das Schutzfeld 27 eingreifen und dadurch einen Abschaltvorgang auslösen würde.

20

Falls jedoch vor Beginn der Arbeitsbewegung des Oberwerkzeugs 11 von der Bedienperson der Anschlagmodus eingestellt worden ist, so wird das Schutzfeld 27 innerhalb eines Teils des Vorderraums 29 und/oder des Rückraums 31 ausgeblendet, so dass dort das Anschlagelement 35 den
25 Lichtstrahl 25 unterbrechen darf, ohne einen Abschaltvorgang auszulösen.

Fig. 4b zeigt beispielhaft eine Ausdehnung des Schutzfelds 27, die gegenüber der Ausdehnung gemäß Fig. 4a deutlich verringert ist. Da dieses
30 Schutzfeld 27 gemäß Fig. 4b sich nahe und entlang der Bewegungsebene

33 des Oberwerkzeugs 11 erstreckt, ist eine Verletzungsgefahr für die Bedienperson weiterhin in hinreichendem Maße ausgeschlossen.

Fig. 4c zeigt beispielhaft eine andersartige Verringerung des Schutzfelds
5 27. Gegenüber der Ausdehnung des Schutzfelds 27 gemäß Fig. 4b erstreckt sich das Schutzfeld 27 hier auch entlang des Vorderraums 29.

Bezugszeichenliste

- | | | |
|----|----|--|
| | 11 | Oberwerkzeug |
| 5 | 13 | Unterwerkzeug |
| | 15 | Werkstück |
| | 17 | Öffnungsspalt |
| | 19 | Haltearm |
| | 21 | Sendeeinrichtung |
| 10 | 23 | Empfangseinrichtung |
| | 25 | Lichtstrahl |
| | 27 | Schutzfeld |
| | 29 | Vorderraum |
| | 31 | Rückraum |
| 15 | 33 | Bewegungsebene des Oberwerkzeugs |
| | 35 | Anschlagelement |
| | | |
| | A | lichter Abstand zwischen dem Oberwerkzeug und der Empfangseinrichtung |
| 20 | B | Vertikalausdehnung des oberen deaktivierten Bereichs der Empfangseinrichtung |
| | C | Vertikalausdehnung des Schutzfelds |
| | D | Vertikalabstand zwischen dem Schutzfeld und dem Werkstück |
| | E | Vertikalausdehnung des Öffnungsspalts |

Ansprüche

1. Verfahren zur Sicherung einer Werkzeugmaschine mit einem ersten Werkzeugteil (11), das Arbeitsbewegungen in Richtung eines zweiten Werkzeugteils (13) ausführt, so dass im Verlauf dieser Arbeitsbewegungen ein Öffnungsspalt (17) zwischen dem ersten Werkzeugteil einerseits und dem zweiten Werkzeugteil oder einem zu bearbeitenden Werkstück (15) andererseits allmählich geschlossen wird, wobei ein optoelektronischer Sensor ein volumenförmiges Schutzfeld (27) zwischen den Werkzeugteilen (11, 13) überwacht, indem wenigstens ein Lichtstrahl (25) mittels einer Sendeeinrichtung (21) entlang des Öffnungsspalts (17) ausgesandt und mittels einer Empfangseinrichtung (23) detektiert wird, wobei ein Abschaltvorgang zum Anhalten des ersten Werkzeugteils (11) ausgelöst wird, wenn der Sensor eine Unterbrechung des wenigstens einen Lichtstrahls (25) detektiert, und wobei:
- zu Beginn einer Arbeitsbewegung des ersten Werkzeugteils (11) die Schutzfeldausdehnung (C1) in Richtung der Arbeitsbewegung geringer ist als die Ausdehnung (E1) des Öffnungsspalts,
 - das Schutzfeld (27) zunächst der Arbeitsbewegung des ersten Werkzeugteils (11) folgt,
 - bei andauernder Arbeitsbewegung die Schutzfeldausdehnung (C2) kontinuierlich verringert wird und das Schutzfeld (27) in der Mitte des Öffnungsspalts (17) gehalten wird,
 - danach bei weiterhin andauernder Arbeitsbewegung die Schutzfeldausdehnung (C3) beibehalten wird und das Schutzfeld (27) in der Mitte des Öffnungsspalts (17) gehalten wird, und

- der Sensor schließlich deaktiviert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

5 dass zu Beginn der Arbeitsbewegung das Schutzfeld (27) derart innerhalb des Öffnungsspalts (17) angeordnet ist, dass das Schutzfeld zu dem ersten Werkzeugteil (11) einerseits und zu dem zweiten Werkzeugteil (13) oder einem zu bearbeitenden Werkstück (15) andererseits einen Mindestabstand ($A1+B1$ bzw. $D1$) einnimmt.

10

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Schutzfeld (27), während es zunächst der Arbeitsbewegung des ersten Werkzeugteils (11) folgt, derart innerhalb des Öffnungsspalts (17) angeordnet ist, dass das Schutzfeld zu dem ersten Werkzeugteil (11) einerseits und zu dem zweiten Werkzeugteil (13) oder einem zu bearbeitenden Werkstück (15) andererseits stets einen Mindestabstand ($A1+B1$ bzw. $D2$) einnimmt.

15

20 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Schritt des kontinuierlichen Verringerns der Schutzfeldausdehnung ($C2$) und des Haltens des Schutzfelds (27) in der Mitte des Öffnungsspalts (17) durchgeführt wird, nachdem

25

- ein vorbestimmter Abstand ($D3$) zwischen dem Schutzfeld (27) einerseits und dem zweiten Werkzeugteil oder einem zu bearbeitenden Werkstück (15) andererseits, oder
- eine vorbestimmte Ausdehnung ($E3$) des Öffnungsspalts (17) erreicht worden ist.

30

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass während des Schritts des kontinuierlichen Verringerns der
Schutzfeldausdehnung (C2) das Schutzfeld (27) derart in der Mitte
zwischen den Werkzeugteilen (11, 13) gehalten wird, dass das
Schutzfeld zu dem ersten Werkzeugteil (11) einerseits und zu dem
zweiten Werkzeugteil oder einem zu bearbeitenden Werkstück (15)
andererseits stets einen Mindestabstand ($A1+B1$ bzw. $D3$) einnimmt,
insbesondere jeweils denselben Mindestabstand,
und/oder
dass während des Schritts des kontinuierlichen Verringerns der
Schutzfeldausdehnung (C2) der Abstand ($D3$) zwischen dem Schutz-
feld (27) einerseits und dem zweiten Werkzeugteil oder einem zu be-
arbeitenden Werkstück (15) andererseits beibehalten wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Schritt des Beibehaltens der Schutzfeldausdehnung (C3)
und des Haltens des Schutzfelds (27) in der Mitte des Öffnungs-
spalts (17) durchgeführt wird, nachdem
- eine vorbestimmte Schutzfeldausdehnung (C3) oder
 - ein vorbestimmter Abstand ($D3$) zwischen dem Schutzfeld (27)
einerseits und dem zweiten Werkzeugteil oder einem zu bear-
beitenden Werkstück (15) andererseits, oder
 - eine vorbestimmte Ausdehnung (E5) des Öffnungsspalts (17)
erreicht worden ist.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass während des Schritts des Beibehaltens der Schutzfeldausdeh-

nung (C3) das Schutzfeld (27) in symmetrischer Anordnung zwischen dem ersten Werkzeugteil (11) einerseits und dem zweiten Werkzeugteil oder einem zu bearbeitenden Werkstück (15) andererseits gehalten wird.

5

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schritts des Deaktivierens des Sensors durchgeführt wird, nachdem

10

- ein vorbestimmter Abstand (D4) zwischen dem Schutzfeld (27) einerseits und dem zweiten Werkzeugteil oder einem zu bearbeitenden Werkstück (15) andererseits, oder
- eine vorbestimmte Ausdehnung (E6) des Öffnungsspalts (17) erreicht worden ist.

15

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Arbeitsbewegung des ersten Werkzeugteils (11) in eine erste Schließbewegung und eine nachfolgende langsamere zweite Schließbewegung unterteilt ist, wobei der Zeitpunkt des Umschaltens zwischen der ersten und der zweiten Schließbewegung in Abhängigkeit von dem Bremsweg des ersten Werkzeugteils gewählt wird.

20

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Bremsweg des ersten Werkzeugteils vor den Arbeitsbewegungen des ersten Werkzeugteils empirisch ermittelt wird.

25

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

30

- dass für den Betrieb der Werkzeugmaschine wahlweise ein Normalmodus oder ein Kastenmodus eingestellt wird,
wobei in dem Normalmodus das Schutzfeld (27) sich bezüglich der Bewegungsebene (33) des ersten Werkzeugteils (11) entlang eines Vorderraums (29) und eines Rückraums (31) erstreckt, und
wobei in dem Kastenmodus ein Unterbrechen des wenigstens einen Lichtstrahls (25) erst dann einen Abschaltvorgang auslöst, falls das Unterbrechen sowohl innerhalb des Vorderraums als auch des Rückraums bezüglich der Bewegungsebene des ersten Werkzeugteils erfolgt.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
dass für den Betrieb der Werkzeugmaschine wahlweise ein Normalmodus oder ein Anschlagmodus eingestellt wird,
wobei in dem Normalmodus das Schutzfeld (27) sich bezüglich der Bewegungsebene (33) des ersten Werkzeugteils (11) entlang eines Vorderraums (29) und eines Rückraums (31) erstreckt, und
wobei in dem Anschlagmodus das Schutzfeld innerhalb eines Teils des Vorderraums oder Rückraums ausgeblendet wird, so dass ein Werkstückanschlag (35) in den ausgeblendeten Teil eindringen kann, ohne dass ein hierdurch verursachtes Unterbrechen des wenigstens einen Lichtstrahls (25) einen Abschaltvorgang auslöst.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
dass das vom Sensor überwachte Schutzfeld (27) aus einem vom Sensor überwachbaren Beobachtungsfeld ausgewählt wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Sensor an dem ersten Werkzeugteil (11) fest montiert ist
und während der Arbeitsbewegung mit dem ersten Werkzeugteil
mitbewegt wird.
15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Empfangseinrichtung (23) des Sensors ortsauflösend aus-
gebildet ist, insbesondere als matrixförmiger CMOS-Empfänger.
16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass es sich bei der Werkzeugmaschine um eine Gesenkpresse han-
delt, wobei das erste Werkzeugteil (11) durch ein Oberwerkzeug ge-
bildet ist, das vertikal nach unten gegen ein Unterwerkzeug (13) be-
wegt wird.
17. Optoelektronischer Sensor zur Sicherung einer Werkzeugmaschine
mit einem ersten Werkzeugteil (11), das Arbeitsbewegungen in Rich-
tung eines zweiten Werkzeugteils (13) ausführt, so dass im Verlauf
dieser Arbeitsbewegungen ein Öffnungsspalt (17) zwischen dem ers-
ten Werkzeugteil einerseits und dem zweiten Werkzeugteil oder ei-
nem zu bearbeitenden Werkstück (15) andererseits allmählich ge-
schlossen wird,
wobei der Sensor zum Überwachen eines volumenförmigen Schutz-
felds (27) zwischen den Werkzeugteilen (11, 13) eine Sendeeinrich-
tung (21) zum Aussenden wenigstens eines Lichtstrahls (25) entlang
des Öffnungsspalts (17) und eine Empfangseinrichtung (23) zum
Detektieren des wenigstens eines Lichtstrahls aufweist, und

wobei der Sensor ferner eine Auswerte- und Steuereinrichtung zum Auslösen eines Abschaltvorgangs aufweist, wenn der Sensor eine Unterbrechung des wenigstens einen Lichtstrahls (25) detektiert, wobei der Sensor insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist, und wobei der Sensor dergestalt konfiguriert ist, dass

- zu Beginn einer Arbeitsbewegung des ersten Werkzeugteils (11) die Schutzfeldausdehnung (C1) in Richtung der Arbeitsbewegung geringer ist als die Ausdehnung (E1) des Öffnungsspalts,
- das Schutzfeld (27) zunächst der Arbeitsbewegung des ersten Werkzeugteils (11) folgt,
- bei andauernder Arbeitsbewegung die Schutzfeldausdehnung (C2) kontinuierlich verringert wird und das Schutzfeld (27) in der Mitte des Öffnungsspalts (17) gehalten wird,
- danach bei weiterhin andauernder Arbeitsbewegung die Schutzfeldausdehnung (C3) beibehalten wird und das Schutzfeld (27) in der Mitte des Öffnungsspalts (17) gehalten wird, und
- der Sensor schließlich deaktiviert wird.

Fig. 1

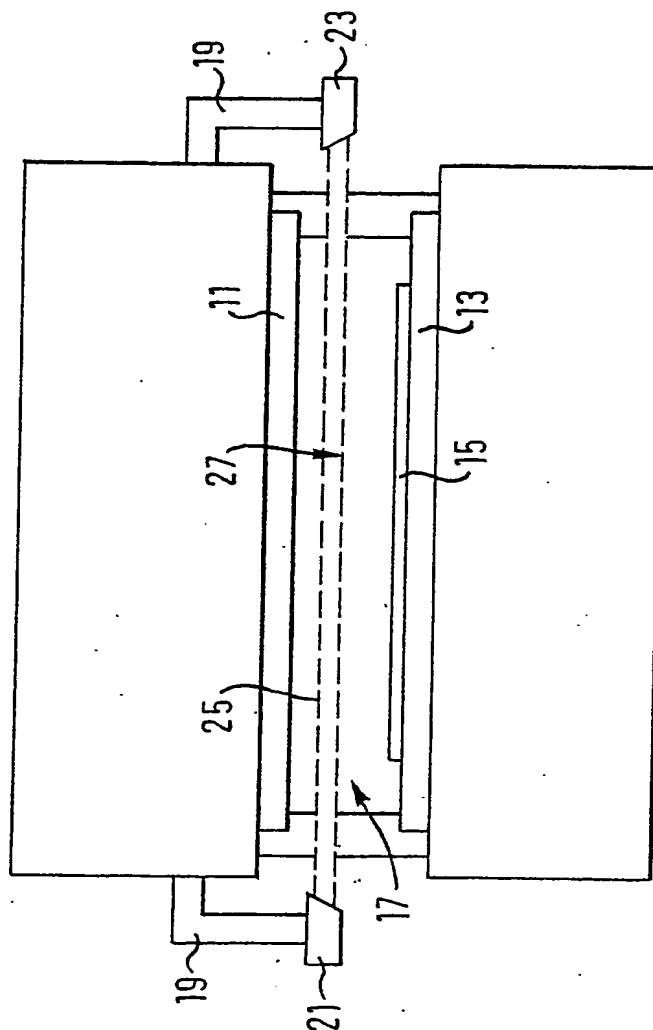


Fig. 2a

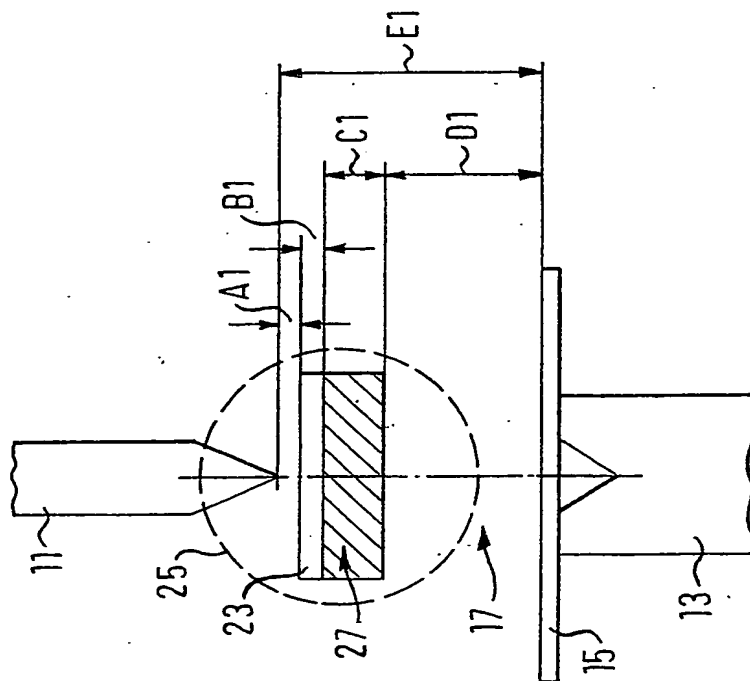


Fig. 2b

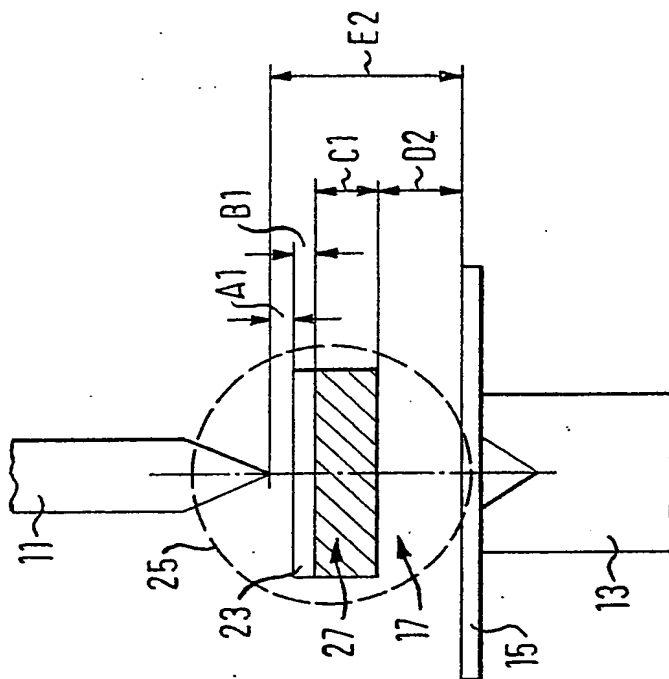


Fig. 2d

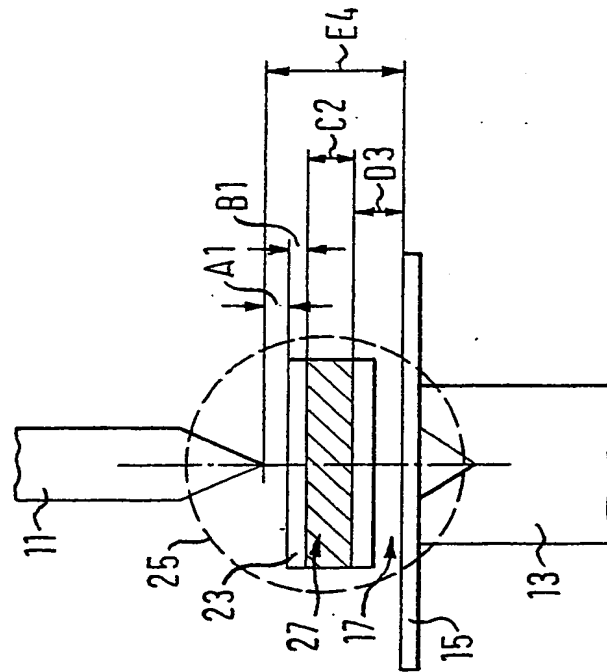


Fig. 2c

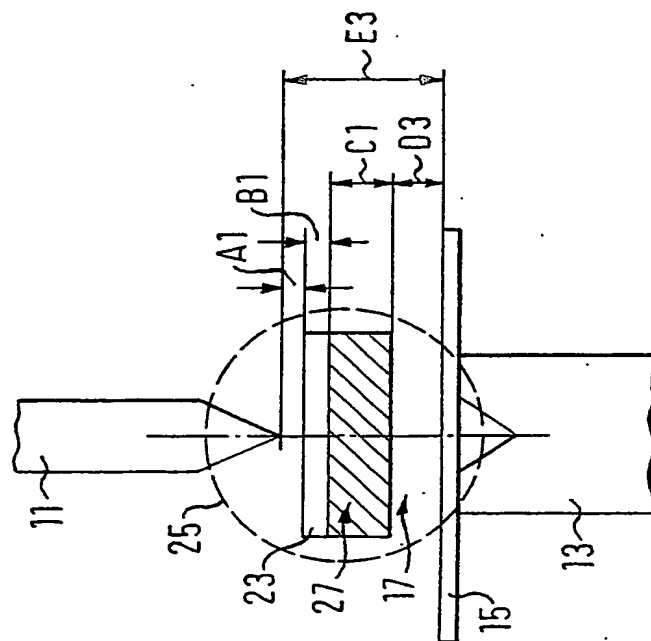


Fig. 2e

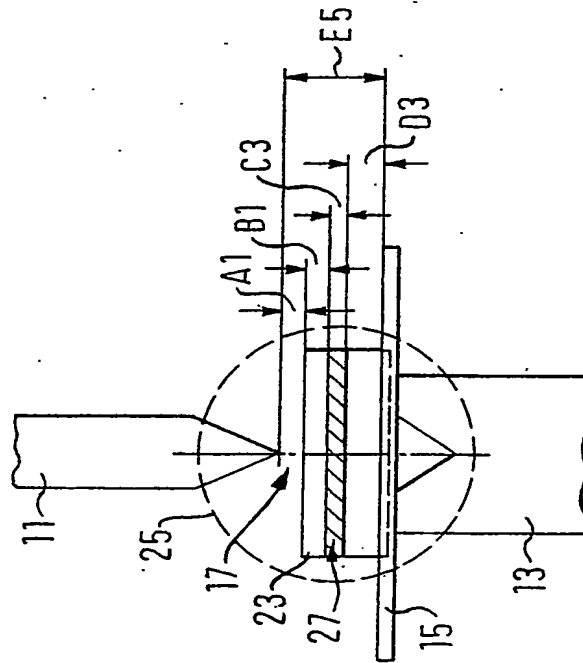


Fig. 2f

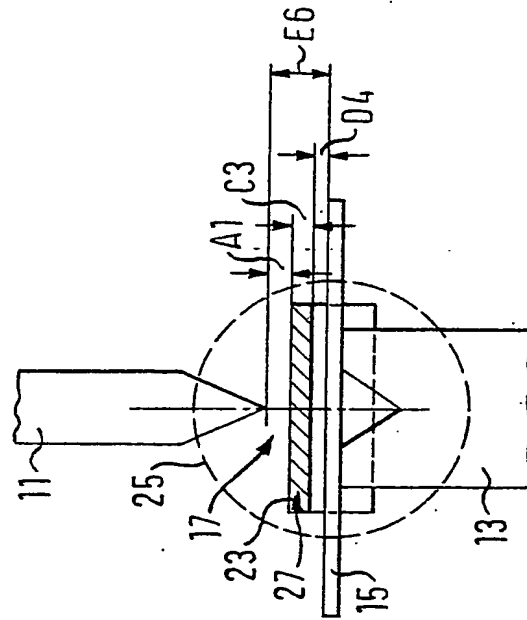


Fig. 3b

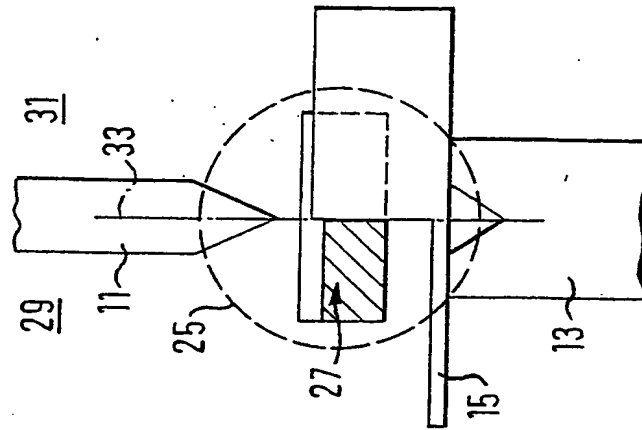


Fig. 3a

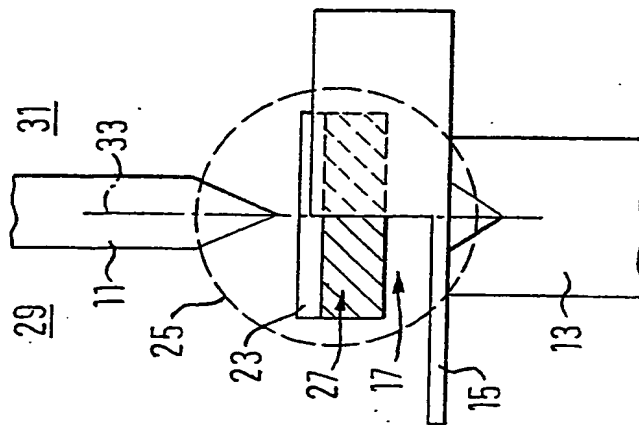


Fig. 4a

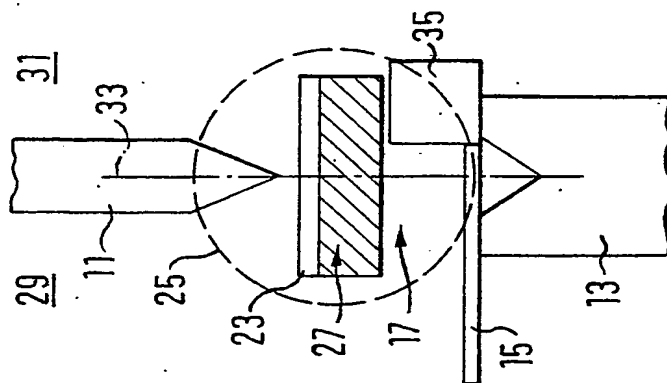


Fig. 3c

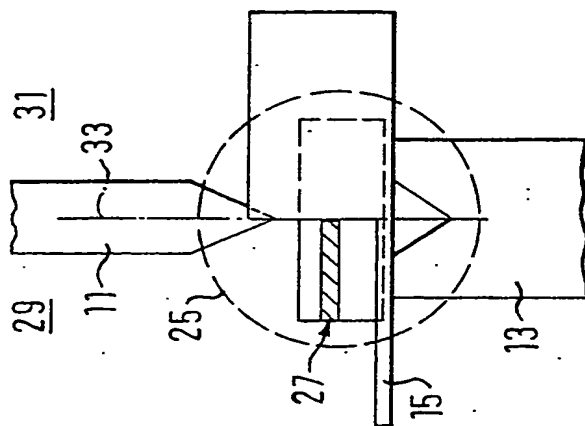


Fig. 4c

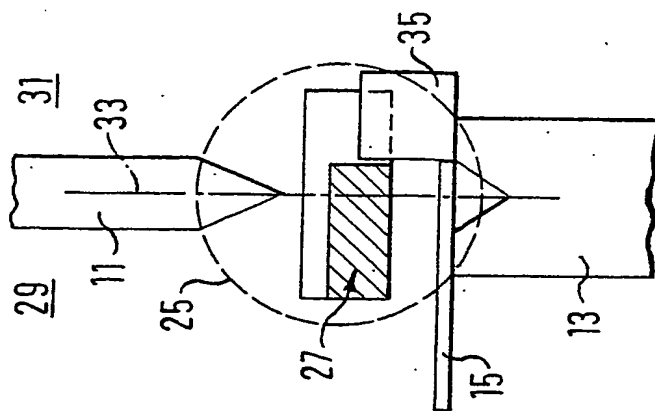
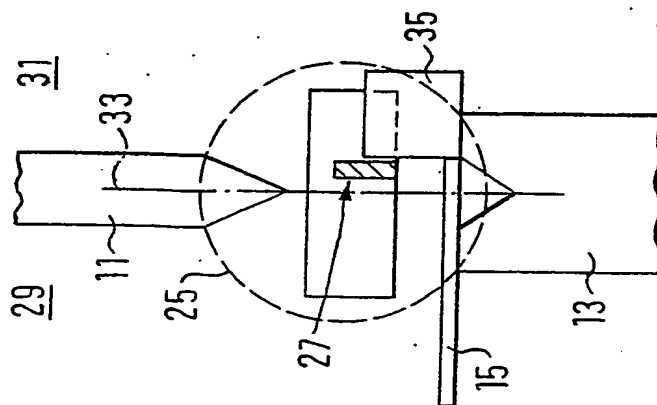


Fig. 4b



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/000926

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F16P3/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F16P G01V B30B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2003/024421 A1 (BRAUNE INGOLF ET AL) 6 February 2003 (2003-02-06) the whole document	1,17
A	WO 00/67932 A (APPLEYARD ROBERT MEREDITH ; LAZER SAFE PTY LTD (AU)) 16 November 2000 (2000-11-16) cited in the application the whole document	1,17

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 June 2004

Date of mailing of the international search report

16/06/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Das Neves, N

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/000926

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2003024421	A1	06-02-2003	DE	10138223 A1		20-02-2003
			EP	1281986 A2		05-02-2003
<hr/>						
WO 0067932	A	16-11-2000	AT	238858 T		15-05-2003
			WO	0067932 A1		16-11-2000
			AU	738619 B2		20-09-2001
			AU	4276500 A		21-11-2000
			BR	0010288 A		02-07-2002
			CN	1362898 T		07-08-2002
			EP	1198308 A1		24-04-2002
			JP	2003504207 T		04-02-2003
			ZA	200109148 A		13-06-2002
<hr/>						

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F16P3/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETERecherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F16P G01V B30B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2003/024421 A1 (BRAUNE INGOLF ET AL) 6. Februar 2003 (2003-02-06) das ganze Dokument	1, 17
A	WO 00/67932 A (APPLEYARD ROBERT MEREDITH ; LAZER SAFE PTY LTD (AU)) 16. November 2000 (2000-11-16) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1, 17

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. Juni 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

16/06/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Das Neves, N

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/000926

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2003024421	A1	06-02-2003	DE	10 38223 A1	20-02-2003
			EP	1 31986 A2	05-02-2003
WO 0067932	A	16-11-2000	AT	238858 T	15-05-2003
			WO	0067932 A1	16-11-2000
			AU	738619 B2	20-09-2001
			AU	4276500 A	21-11-2000
			BR	0010288 A	02-07-2002
			CN	1362898 T	07-08-2002
			EP	1198308 A1	24-04-2002
			JP	2003504207 T	04-02-2003
			ZA	200109148 A	13-06-2002

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.